

高 中 物 理

三合一


新课标解读
研究性学习
奥赛起跑线

高中电学（上）

◆ 湖南师范大学出版社

◆ 学科主编 ↓ 王树国

◆ 本册主编 ↓ 罗培基



师大附中专题



丛书编委会

(按姓氏笔划排序)

王 忠

华中师范大学附中副校长 特级教师

王爱礼

山东师范大学附中副校长 特级教师

刘世斌

辽宁师范大学附中副校长 特级教师

刘 强

首都师范大学附中副校长 高级教师

李 鸿

陕西师范大学附中副校长 特级教师

赵定国

福建师范大学附中副校长 特级教师

杨淑芬

云南师范大学附中副校长 特级教师

樊希国

湖南师范大学附中副校长 高级教师



选择《师大附中专题》的理由

一、师大附中名师打造

全国各师范大学附中，多为国家示范重点学校。集各师大附中名师，呈现先进的教育理念，科学的教学方法，名师伴读，事半功倍。

师大附中专题，示范中学实力。

二、三位一体知识呈现

师大附中专题在“知识呈现”上独具特色：

- ①重知识归纳(重点、基点、难点三点归纳)
- ②重方法导引(精讲、精导、精练三精导学)
- ③重高考点拨(专题知识高考考点与考向)

三、新课标理念闪亮抢滩

新课程标准将综合实践活动列为中学必修课程，可以预见，在高考及竞赛活动中都将得以体现。专辟“综合应用与研究性学习”一篇，可谓一大亮点，重点探讨研究性学习与高考的关系，并精选各师大附中典型研究性学习案例，能充分满足教学与备考需要。

四、竞赛高考紧密连线

归纳专题竞赛热点，剖析典型赛题，点拨解题方法，精选示范赛题，引导学生深化课堂知识结构，熟悉奥赛基本规则，从容应付高考提高题，也为尖子生的脱颖而出提供了“土壤”，可谓深化专题内容又一大特色。

《师大附中专题》丛书策划组

目 录

上篇 基础部分

第一章 电场	(4)
第一讲 电荷 库仑定律	(5)
第二讲 电场 电场强度 电场线	(15)
第三讲 电势差 电势 电场中的导体	(28)
第四讲 电容 电容器 带电粒子在匀强电场中的运动	(44)
第二章 恒定电流	(63)
第一讲 欧姆定律 电功和电功率	(64)
第二讲 电动势 闭合电路欧姆定律	(85)
第三讲 电路的测量	(100)

中篇 综合应用与研究性学习

第一章 学科内综合	(118)
第二章 跨学科综合	(138)
第三章 研究性学习	(150)

下篇 竞赛点津

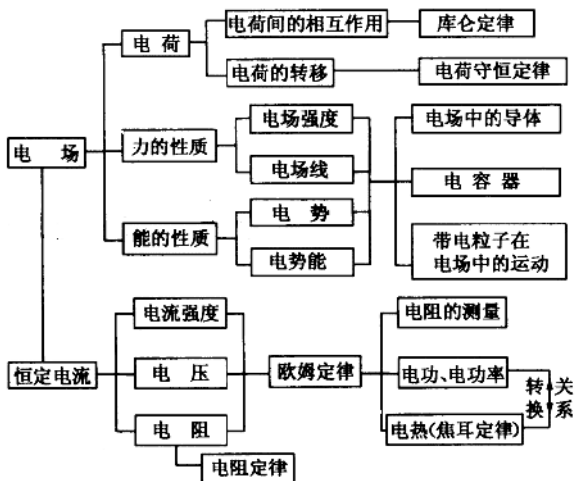
第一章 本专题竞赛热点	(162)
第二章 竞赛典型试题精析	(168)
第三章 竞赛实践模拟训练	(186)




上篇 基础部分




专题知识框架





本专题高考考向



《电场》一章中概念多而且抽象,是整个电学部分的基础,在高考中一般以下列几种情况出现:

①相关概念及其初步应用的选择题.要求对概念有比较清楚的脉络,能准确理解和精确掌握.

②带电粒子在电场中的运动,主要体现在计算方面,带电粒子在电场中的偏转、加速,其解题方法一般采用牛顿运动定律、能量关系.

③电场与磁场的结合(复合场)是高考历年来的热点,也是高考的难点所在,对理解能力、综合能力、运算能力都有相当高的要求.

《恒定电流》以欧姆定律(部分电路的欧姆定律、闭合电路的欧姆定律)为核心,几乎每年的高考都围绕欧姆定律,在选择题中一般以电路分析为主,而在计算题中,一般不会出现单独的恒定电流题目,而是与其他知识相结合(如与电磁感应相结合),牵涉到电能的转换与计算.

而电解等知识是电学与化学相结合的点(包括电池),这在“3+X综合”考试模式中是值得我们注意的.

第一章
电 场

高考考点要求

知识点	要求	说明
1. 两种电荷、电荷守恒	A	带电粒子在匀强电场中偏转的计算只限于带电粒子进入电场时速度平行和垂直于场强的情况。
2. 真空中的库仑定律、电荷量	B	
3. 电场、电场强度、电场线、点电荷的场强、匀强电场、电场强度的叠加	B	
4. 电势能、电势差、电势、等势面	B	
5. 匀强电场中电势差跟电场强度的关系	B	
6. 静电场中的导体、静电感应现象、静电平衡	B	
7. 静电屏蔽	A	
8. 带电粒子在匀强电场中的运动	B	
9. 示波管、示波器及其应用	A	
10. 电容器、电容、平行板电容器的电容,常用的电容器	B	

注:上表中 A、B 字母的含义如下:

A. 对所列知识要知道其内容及含义,并能在有关问题中识别和直接使用它们。

B. 对所列知识要理解其确切含义及与其他知识的联系,能够进行叙述和解释,并能在实际问题的分析、综合、推理和判断等过程中运用。

第 一 讲

电荷 库仑定律

三点归纳

- ◆ **基点** 电荷、点电荷、电荷间的相互作用的概念
- ◆ **重点** 电荷守恒,库仑定律及其应用
- ◆ **难点** 对点电荷的理解,电荷中和的实质,库仑定律的应用

三精导学

◆ 精讲

概念与规律

1. 电荷

自然界只存在两种电荷:正电荷与负电荷.人们把绸子摩擦过的玻璃棒上带的电荷叫做正电荷,毛皮摩擦过的橡胶棒上带的电荷叫做负电荷.同种电荷相互排斥,异种电荷相互吸引.

2. 电荷的中和

等量的异种电荷完全相互抵消的现象.

3. 电荷守恒定律

电荷既不会被创造,也不能被消灭,它们只能从一个物体转移到另一个物体,或者从物体的一部分转移到另一部分.

4. 使物体带电的方式

使物体带电叫做起电.使物体带电有三种方式:摩擦起电、接触起电、感应起电.无论哪种起电方式,均是电荷的转移.

5. 点电荷

载体是一个“点”的电荷叫做点电荷,真正的点电荷是不存在的,只不过是一种理想化的物理模型.就好像力学中的“质点”、气体性质当中的“理想气体”一样.如果

带电体间的距离比它们的大小大得多,以至于带电体的形状和大小对相互作用力的影响可以忽略不计,这样的带电体就可以看成是点电荷。

6. 库仑定律

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

在真空中两个点电荷间的作用力(F)跟它们的电量的乘积($Q_1 Q_2$)成正比,跟它们间的距离的平方(r^2)成反比,作用力的方向在它们的连线上。式中 K 是静电力常量,由实验测定,其大小为 $K = 9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$ 。

思维拓展

1. 摩擦起电的实质

两个物体相互摩擦,其中一个物体的原子核对电子的束缚能力强,而另一个物体对电子的束缚能力弱,对电子束缚能力弱的一方失去电子而带正电,对电子束缚能力强的一方得到电子而带负电。所以摩擦起电,实质上是电荷的转移。相互摩擦的两个物体,不能是同种物体(对电子束缚能力相同),也不能都是导体(因为摩擦起了电,由于导电又会恢复到原状)。

使物体带电的常见方法有:接触起电、感应起电、摩擦起电。接触起电是用一个不带电的物体接触另一个带电的物体,使电荷从带电体转移一部分到未带电的物体上。值得注意的是:不是全部转移到未带电物体上,一般也不会两者平分,只有当两个物体均为孤立的导体,且形状大小完全相同时,才能平均分配,不论如何分配,带电总量不变;摩擦起电是两个不同物体相互摩擦,一个失去电子带正电,另一个获得电子带负电,带电总量不变或为零(原来都不带电);感应起电是将一个导体接近(不接触)一带电体,导体中的自由电荷在电场力的作用下发生移动,使靠近带电体的一端带上与带电体相异的电荷,而远离带电体的一端带上与带电体相同的电荷(性质相同,但电量一般不等)。不管是何种起电方式,其实质都是电荷的转移,只是使电荷转移的外加因素不同而已。

2. 电荷的中和与净电荷

电荷的中和是正、负电荷相互抵消,使得净电荷减少或为零,但正、负电荷本身依然存在,并不是正、负电荷的消失。正、负电荷都是物质,是不能被消灭,也不能被创造出来的,所以电荷守恒是物质守恒的体现。可见电荷的中和是“净电荷”的减少。我们通常讲一个物体带多少电,实质上指的是带多少净电荷,只是习惯将“净”字省略掉而已。

3. 理解电荷的量子性

一个物体带电,无非就是指它得到多少电子或失去多少电子,而一个电子的电量为 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ (与一个质子的带电量相同,但性质相反),所以任何物体带电,均是 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 的整数倍,可见物体带电的电量并不是连续的,而是 $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$



的 n 倍 (n 为整数), 只是一般物体的带电量较大, 对于带电量较大的物体, 我们一般不考虑其量子性而已. 如果我们说某物体的带电量为 $0.9 \times 10^{-19} \text{ C}$ 或 $2.3 \times 10^{-19} \text{ C}$, 这肯定是错误的.

我们把电量的最小单位叫做基本电荷, 即

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

基本电荷也叫元电荷.

4. 两个点电荷间的距离 $r \rightarrow 0$ 时, 其库仑力 $F \rightarrow \infty$, 对吗

点电荷是一种理想化模型, 真正的带电荷的“点”是不存在的, 当 $r \rightarrow 0$ 时, “点”电荷就不能再视为点电荷了, 库仑定律成立的条件被破坏, 自然就不再成立, 利用 $F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$ 去判断 F 的大小, 也就不再正确了. 例如, 两个半径为 1 mm 的带电球, 当球心距离为 100 cm 时, 可充分精确地被看成点电荷; 当球心距离为 3 mm 时, 再看成点电荷就会带来很大的误差.

◆精导

例 1 甲、乙两个原来不带电的物体相互摩擦(没有第三者参与), 结果发现甲物体带了 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C}$ 的电量(正电荷), 下列说法正确的是:

- A. 乙物体也带了 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C}$ 的正电荷
- B. 甲物体失去了 10^4 个电子
- C. 乙物体失去了 10^4 个电子
- D. 甲、乙两物体共失去了 2×10^4 个电子

思路与方法 这是一个关于摩擦起电的问题, 利用摩擦起电的实质可以得出结论.

分析与解 甲、乙两个物体相互摩擦, 甲带 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C}$ 的正电, 那么由电荷守恒可知, 乙应带了 $1.6 \times 10^{-15} \text{ C}$ 的负电, 即甲失去了 10^4 个电子, 乙得到了 10^4 个电子, 所以正确的选项是 B.

例 2 拿一个带负电的带电体慢慢地接近(不接触)验电器的金属球, 可以看到: 金属箔张开的角度先是减小, 以至闭合, 然后又张开. 以下说法中, 正确的是:

- A. 验电器原来带正电
- B. 验电器原来带负电
- C. 验电器原来不带电
- D. 验电器原来可能带正电、也可能带负电

思路与方法 本题主要是查验对感应起电的理解, 应在充分认识感应起电的基础上进行分析.

分析与解 假定验电器带正电, 由于原来带电体与金属小球相距较远, 异种电荷相吸的力也小, 只有一部分正电荷被集中到金属球上, 由于越来越近, 集中到金属球的正电荷也越来越多, 金属箔上的正电荷越来越少, 其张角逐渐减小, 当到达一定



距离时,金属箔片上的正电荷刚好全部集中到金属球上,此时金箔闭合,随着带电体的继续靠近,金属球上的正电荷再次增加,此时金属箔片上出现负电荷,金箔再次张开,并随着带电体的靠近,箔片上的负电荷增加,张角增大.

可见,以上的假定是正确的,正确的选项为 A.

例 3 两个点电荷相距为 r 时,其库仑力为 F ,改变两者的相互距离,其库仑力变为 $\frac{1}{2}F$,那么此时两点电荷的距离为 _____.

思路与方法 利用库仑定律可以方便地求解.

分析与解 设两点电荷的电量分别为 q_1, q_2 ,由库仑定律有:

$$F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \dots\dots\dots ①$$

当改变距离,设为 r_1 时,库仑力为 $\frac{1}{2}F$,那么有:

$$\frac{1}{2}F = K \frac{q_1 q_2}{r_1^2} \dots\dots\dots ②$$

由①②相比得:

$$2 = \frac{r_1^2}{r^2} \Rightarrow r_1 = \sqrt{2}r$$

例 4 真空中有两个完全相同的金属小球, A 球带 $q_A = 6.4 \times 10^{-16} \text{ C}$ 的正电荷, B 球带 $q_B = 3.2 \times 10^{-16} \text{ C}$ 的负电荷. 两球均可视为质点. ①当它们相距为 0.1 m 时,其库仑力多大? ②若将两球充分接触然后分开放回原处,其库仑力多大?

思路与方法 这是典型的利用库仑定律进行具体计算的问题,但要注意电荷的中和与再分配问题.

分析与解 ①利用库仑定律,有:

$$F_1 = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \frac{6.4 \times 10^{-16} \times 3.2 \times 10^{-16}}{0.1^2} \approx 1.84 \times 10^{-19} \text{ N}$$

②两球相互接触,电荷中和,余下的净电荷为 $q = 3.2 \times 10^{-16} \text{ C}$,由于两球完全相同,因此会平均分配,每个球的带电量为 $1.6 \times 10^{-16} \text{ C}$,然后利用库仑定律有:

$$F_2 = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9.0 \times 10^9 \frac{(1.6 \times 10^{-16})^2}{0.1^2} \approx 2.3 \times 10^{-20} \text{ N}$$

例 5 如图 1-1 所示, A 球带 $4.8 \times 10^{-10} \text{ C}$ 的正电荷, B 球带 $9.6 \times 10^{-10} \text{ C}$ 的正电荷,置于光滑绝缘的水平面上,相距为 20 cm,今在 A、B 之间再放一个带电小球 C,为使三球恰好能保持静止不动,试求 C 球的带电量及其位置.

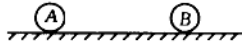


图 1-1

思路与方法 这是库仑定律与物体平衡的综合题,利用物体的平衡条件可以求解

分析与解 设C球放在与A球相距为 x 处,由于C球合力为零,因而有:

$$K \frac{Q_C Q_A}{x^2} = K \frac{Q_C Q_B}{(0.2-x)^2} \dots\dots\dots ①$$

同时A、B两球受力均应有合外力为零

$$K \frac{Q_A Q_B}{(0.2)^2} = K \frac{Q_A Q_C}{x^2} \dots\dots\dots ②$$

由①得:

$$\frac{Q_A}{x^2} = \frac{Q_B}{(0.2-x)^2} \Rightarrow x = \frac{0.2 \sqrt{\frac{Q_A}{Q_B}}}{1 + \frac{Q_A}{Q_B}} = 0.2(\sqrt{2}-1)$$

$$\therefore x \approx 0.083 \text{ m} = 8.3 \text{ cm}$$

由②得:

$$\frac{Q_B}{0.2^2} = \frac{Q_C}{x^2} \Rightarrow Q_C = \frac{x^2}{0.2^2} Q_B \approx 1.65 \times 10^{-10} \text{ C}$$

◆精练

双基训练

(时量:45分钟 满分:50分)

一、选择题(每小题只有一个选项正确,每小题3分,共18分)

- 下列关于电荷的说法正确的是().
 - 自然界只有两种电荷:正电荷与负电荷,但正、负电荷相遇会湮灭成光子
 - 物体带电是因为物体产生了电荷
 - 任何电荷都是可以自由移动的
 - 正、负电荷中和,正、负电荷的量没变,但净电荷减少了
- 甲、乙两物体相互摩擦(没有其他物体参与),结果甲物体带了 Q 的正电荷,那么乙物体:
 - 失去电子,带 Q 的正电荷
 - 得到电子,带 Q 的正电荷
 - 失去电子,带 Q 的负电荷
 - 得到电子,带 Q 的负电荷

- 如图1-2所示,在光滑的绝缘水平面上,有两个完全相同的金属小球甲与乙,甲带 10^{-10} C 的正电,乙带 $3.0 \times 10^{-10} \text{ C}$ 的负电,在图示位置时,甲的加速度为 2 m/s^2 ,乙的加速度为 4 m/s^2 ,当两球相碰后,返回到图示位置时其加速度分别为 $a_{甲}$ 与 $a_{乙}$.以下说法正确的是().



图 1-2

- 甲、乙两球的质量之比为 $m_{甲}/m_{乙}=2$, $a_{甲}=\frac{2}{3} \text{ m/s}^2$, $a_{乙}=\frac{4}{3} \text{ m/s}^2$
- 甲、乙两球的质量之比为 $m_{甲}/m_{乙}=\frac{1}{2}$, $a_{甲}=\frac{2}{3} \text{ m/s}^2$, $a_{乙}=\frac{4}{3} \text{ m/s}^2$

- C. 甲、乙两球的质量之比为 $m_{\text{甲}}/m_{\text{乙}} = \frac{1}{2}$, $a_{\text{甲}} = 6 \text{ m/s}^2$, $a_{\text{乙}} = 12 \text{ m/s}^2$
- D. 甲、乙两球的质量之比为 $m_{\text{甲}}/m_{\text{乙}} = 2$, $a_{\text{甲}} = 6 \text{ m/s}^2$, $a_{\text{乙}} = 12 \text{ m/s}^2$
4. 以下说法正确的是().
- A. 甲、乙两物体相互吸引,说明两物体带异种电荷
- B. 甲、乙两物体相互排斥,说明两物体带同种电荷
- C. 甲物体能吸收轻小的小纸片,说明甲物体带了电
- D. 带了电的物体,一定是因为失去了电子
5. 关于感应起电(以下简称“甲”)与摩擦起电(以下简称“乙”),下列说法正确的是().
- A. 甲是因为电荷的转移,乙是因为产生电荷
- B. 甲是因为产生电荷,乙是因为电荷的转移
- C. 甲、乙均是因为电荷的转移
- D. 甲、乙均是因为产生了电荷
6. 两个点电荷之间的相互作用力为 $4F$,现为了使它们间的相互作用力减为 F ,下列措施可行的是().
- A. 将它们间的距离加倍
- B. 将它们的电量都加倍
- C. 将它们间的距离减半
- D. 将它们的电量均减为原来的 $\frac{1}{4}$

二、填空题(每小题 4 分,共 16 分)

7. 一个物体(原不带电),因为摩擦而带了 $3.2 \times 10^{-9} \text{ C}$ 的正电荷,那么该物体 _____ (失去、得到) _____ 个电子.
8. 甲、乙两完全相同的金属小球(可视为质点),甲的带电量为 $+3Q$,乙的带电量为 $-7Q$,相距为 r 时的相互作用力为 F ,今将它们相互接触,然后分开,为使其相互作用力大小仍然为 F ,则它们间的距离为 _____.
9. 甲、乙两物体(视为点电荷)相距为 r 时的相互作用力为 F ,现从甲物体中拿去一个电子,其他条件不变,两者的相互作用力为 $\frac{3}{4}F$,则甲物体原来的带电量为 _____ C.
10. 一个质子与一个电子相距为 $r = 1.0 \times 10^{-10} \text{ m}$,质子的质量为 $m_{\text{H}} = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$,电子的质量为 $m_{\text{e}} = 0.91 \times 10^{-30} \text{ kg}$,万有引力常量 $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$,那么质子与电子之间的库仑力 $F_{\text{C}} =$ _____ N,万有引力(质子与电子间) $F_{\text{G}} =$ _____ N, $F_{\text{C}}/F_{\text{G}} =$ _____.

三、计算题(每小题 8 分,共 16 分)

11. A 球的带电量为 $3.0 \times 10^{-8} \text{ C}$, B 球的带电量为 $4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$,两球均可视为点电荷.当 B 球受到 A 球的作用力为 $2.7 \times 10^{-6} \text{ N}$ 时, A 球受到 B 球的作用力为多大? 此时 A、B 两球相距多远? 如果在 C 点放一个 C 球,带电量为 $2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$,

三球构成一等边三角形,那么C球受到的库仑力多大?

12. 如图 1-3 所示,A 球固定在 O 点正下方,在 O 点悬挂一小球 B,下垂时 B 球能与 A 球等高,OA 之间的距离为 $h=1\text{ m}$,A、B 两球的质量均为 $1.0\times 10^{-6}\text{ kg}$,由于 A、B 两球均带有同种等量的电量,所以当 B 球偏离竖直位置 60° 时处于平衡.试求 A、B 两球的带电量.

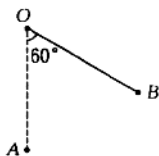


图 1-3

答案与提示

1. D 自然界只存在两种电荷,但电荷是守恒的,不会发生变化,只能转移,而电荷的自由移动,只有导体中的自由电荷才能自由移动.
2. D 两个物体因摩擦起电,一定是带负电的得到电子,而带正电的物体失去电子,并且两个物体的带电量相等,电荷的性质相反.

3. A 甲、乙两球在同一时刻,受到的库仑力必大小相等、方向相反, $a_{甲_1} = 2\text{ m/s}^2$, $a_{乙_1} = 4\text{ m/s}^2$,说明甲的质量是乙的质量的 2 倍 ($F=ma$).当两球相碰以后,由于电荷的中和和重新分配,每个球的带电量均为 $1.0\times 10^{-10}\text{ C}$,回到原位时其库仑力只是原来的 $\frac{1}{3}$,所以每个球的加速度也是原来的 $\frac{1}{3}$.

4. C 两个物体相互吸引,可以有许多情形,如万有引力、异名磁极,带电物体吸引轻小物体等.两个物体相互排斥,可以是同名磁极等.

5. C 感应起电、摩擦起电、接触起电,都是因为电荷的转移.

6. A 要将库仑力由 $4F$ 变为 F ,根据库仑定律: $F=K\frac{Q_1Q_2}{r^2}$,可以知道:可将 r 增为原来的 2 倍,也可将 Q_1Q_2 的乘积减为原来的 $1/4$ 倍.

7. 失去, 2.0×10^{10}

$$8. \frac{2\sqrt{21}}{21}r \approx 0.436r$$

9. $6.4\times 10^{-19}\text{ C}$,设原来带有 n 个电子的电量(因为拿去一个电子后,库仑力变小,故甲一定带负电),乙的带电量为 m 个电子的电量(可能是正电,也可能是负电),由库仑定律有:

$$F=K\frac{n\times 1.6\times 10^{-19}\times m\times 1.6\times 10^{-19}}{r^2} \dots\dots\dots ①$$

拿去一个电子后:

$$\frac{3}{4}F=K\frac{(n-1)\times 1.6\times 10^{-19}\times m\times 1.6\times 10^{-19}}{r^2} \dots\dots\dots ②$$

由①②式可得 $n=4$,所以甲原来的带电量为 $6.4\times 10^{-19}\text{ C}$.

$$10. F_C=2.304\times 10^{-8}\text{ N}, F_G=1.014\times 10^{-17}\text{ N}, \frac{F_C}{F_G}=2.27\times 10^{19}$$

11. 由力的相互性可知,A 球受到 B 球的作用力也是 $2.7\times 10^{-6}\text{ N}$,由库仑定律可得:

$$r=\sqrt{\frac{KQ_1Q_2}{F}}=2\text{ m}$$

放置一个 C 球后,A、C 球之间的作用力为:

$$F_{AC} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-16}}{4} = 1.35 \times 10^{-6} \text{ N}$$

B、C 两球之间的作用力为：

$$F_{BC} = 9.0 \times 10^9 \times \frac{4 \times 2 \times 10^{-16}}{4} = 1.8 \times 10^{-6} \text{ N}$$

如果 F_{AC} 、 F_{BC} 均为引力或斥力，则

$$F = \sqrt{F_{AC}^2 + F_{BC}^2} + 2F_{AC} \cdot F_{BC} \cos 60^\circ = 2.74 \times 10^{-6} \text{ N}$$

如果 F_{AC} 、 F_{BC} 一个为斥力，一个为引力，则

$$F = \sqrt{F_{AC}^2 + F_{BC}^2} + 2F_{AC} \cdot F_{BC} \cos 120^\circ = 1.62 \times 10^{-6} \text{ N}$$

12. 设小球 B 所受库仑力为 F ，其受力分析如图 1-4 所示。

$$\begin{cases} F \cos 30^\circ = T \cos 30^\circ \\ T \cos 60^\circ + F \cos 60^\circ = mg \end{cases}$$

所以 $F = mg$

$$\text{而 } F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = 9Q^2 \times 10^9 \text{ N}$$

$$\therefore Q^2 = \frac{mg}{9 \times 10^9} = \frac{1}{9} \times 10^{-14}$$

$$\text{故 } Q = \frac{1}{3} \times 10^{-7} = 3.3 \times 10^{-8} \text{ C}$$

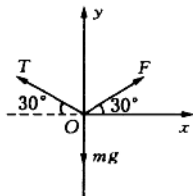


图 1-4

拓展训练

(时量: 45 分钟 满分: 50 分)

一、选择题(每小题 4 分, 共 16 分)

1. 用一根细线拴一个不带电的轻小物体 a , 如图 1-5 所示, 然后用一个带电的球 b 靠近 a , 下列说法中, 可能的是 ()。

- A. 被 b 球推开
- B. 先被 b 球吸过去然后又推开
- C. 两者无相互作用
- D. 以上说法均不正确

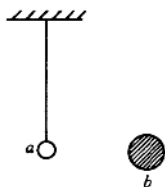


图 1-5

2. 真空中有两个带电金属小球(可视为点电荷), 其中甲球带 Q_1 的正电, 乙球带 Q_2 的负电, 它们之间的作用力为 F , 将

甲、乙两金属球接触后放回原处, 它们之间的作用力为 $\frac{\sqrt{2}}{2} F$, 那么 Q_1 与 Q_2 之间的关系可能为 ()。

- A. $Q_1 = [1 + \sqrt{2} + \sqrt{2(1 + \sqrt{2})}] Q_2$
- B. $Q_1 = [1 + \sqrt{2} - \sqrt{2(1 + \sqrt{2})}] Q_2$
- C. $Q_1 = (1 + \sqrt{2}) Q_2$

$$D. Q_0 = (\sqrt{2} - 1)Q_2$$

3. 如图 1-6 所示, 将一带电小球悬于 O 点, 让它做微小摆动, 其周期为 T_0 , 现在 O 点放一个点电荷(与带电小球带同性质的电荷), 摆球的摆动周期为 T , T_0 与 T 比较, 以下结论正确的是()。

A. $T_0 > T$ B. $T_0 < T$ C. $T_0 = T$ D. 无法确定

4. 氢原子中电子在核外绕原子核旋转, 假定其半径为 r , 电子的电量为 e , 质量为 m , 那么电子绕核旋转的周期为()。

A. $\frac{2\pi r}{e} \sqrt{\frac{mr}{K}}$ B. $\frac{2\pi r}{e} \sqrt{\frac{m}{K}}$ C. $\frac{e}{2\pi r} \sqrt{\frac{K}{mr}}$ D. $\frac{e}{r} \sqrt{\frac{K}{mr}}$



图 1-6

二、填空题(每题 6 分, 共 12 分)

5. 一金属球 A 的带电量为 Q , 将一个不带电的金属球 B 接触 A 球分开后, 发现其带电量为 $\frac{Q}{n}$, 如果将 A 球的带电量补充到 Q , 再次与 B 接触, B 球分开后的带电量为_____。($n < 1$)

6. 两个带电小球相距一定距离放置在光滑水平的绝缘平面上, 当相距 $10r$ 时, 它们的速度之比为 $5:1$ (初始时刻静止), 那么此刻它们的加速度之比为_____。

三、计算题(每题 11 分, 共 22 分)

7. 如图 1-7 所示, 在 A 点放置一个带电量为 10^{-8} C 的小球, 在 B 点放置一个带电量为 $4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ 的小球 (A 带正电, B 带负电), 今在水平面上什么位置放置一个带电量多大的小球, 可使三球保持平衡? (A, B 之间的距离为 1 m)

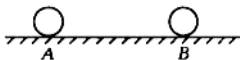


图 1-7

8. 如图 1-8 所示, 质量为 m 和 M 的两个小球, 用等长的绝缘线悬于 O 点, 当它们带上同种电荷后彼此分开, 处于图示位置时保持平衡, 试求 $m/M = ?$

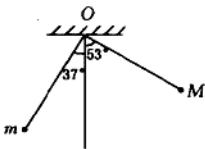


图 1-8

答案与提示

1. B 吸引轻小物体, 当小物体与带电体接触后, 带上同种电荷因排斥而推开。